

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

2 415 211

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 78 36172

(54) Régulateur de pas pour pales de rotor d'éolienne.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). F 03 D 11/00.

(22) Date de dépôt 22 décembre 1978, à 14 h 56 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée en Italie le 23 décembre 1977, n. 69.898 A/77 au nom de la demanderesse.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 33 du 17-8-1979.

(71) Déposant : Société dite : FIAT SOCIETA PER AZIONI, résidant en Italie.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Beau de Loménie, 55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte à un dispositif régulateur de pas pour pales du rotor d'éolienne.

Il est connu que la puissance fournie par une éolienne dont les pales du rotor sont à pas fixe croît proportionnellement au cube de la vitesse du vent, tandis que les forces qui agissent sur les pales croissent proportionnellement au carré de cette vitesse.

Il est donc nécessaire de protéger l'éolienne de détériorations lorsque la vitesse du vent devient supérieure à une valeur déterminée. En effet, il pourrait se produire que les forces agissant sur les pales du rotor ainsi que la puissance absorbée par le moteur atteignent des valeurs excessives qui pourraient se traduire par une détérioration ou même la destruction de l'éolienne et des mécanismes qui lui sont associés.

Il est de pratique courante dans la technique des éoliennes de protéger le moteur par variation convenable du pas des pales du rotor. Ce pas peut alors être réglé de manière que les forces agissant sur l'éolienne et la puissance qu'elle absorbe soient régularisées de façon à ne pas atteindre une valeur destructrice.

Cette variation du pas est généralement obtenue en accouplant à l'éolienne un dispositif adéquat. Malheureusement, les dispositifs connus déjà utilisés à cette fin tendent à être compliqués et coûteux en raison du grand nombre des pièces qui les constituent.

L'invention a donc pour objet un dispositif de régulation de pas des pales d'une éolienne qui est de réalisation simple et assure la commande efficace de la puissance de l'éolienne.

Ce nouveau dispositif de régulation du pas pour un rotor d'éolienne comporte des pales qui pivotent autour de leur axe longitudinal, dispositif qui fait varier ce pas et qui est caractérisé en ce qu'un élément est déplaçable le long de l'axe du rotor, et est muni d'un bras pour chaque pale du rotor, lequel est couplé par une tringlerie à came à une manivelle solidaire de la pale correspondante du rotor de manière que cet élément se déplace axialement en réponse à la rotation de la pale autour de son axe longitudinal tandis que des moyens élastiques agissent sur ledit élément en exerçant une force axiale qui tend à s'opposer à la variation du pas de la pale qui résulte de l'effet de la force exercée sur la pale par le vent pendant le fonctionnement du rotor.

Le dispositif suivant l'invention présente l'avantage de posséder une construction simple et de permettre de choisir ou de régler, dans certaines formes de réalisation, la tringlerie à came et les moyens

élastiques de manière à assurer un réglage automatique du pas de la pale dans le sens tendant à réduire la charge des pales lorsque la force exercée sur les pales par le vent devient supérieure à une limite prédéterminée, ce qui évite de surcharger le rotor ou l'éolienne dont ce rotor fait partie.

5 D'autres objets et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'une forme préférée de réalisation, donnée à titre d'exemple non limitatif, en regard des dessins annexés, sur lesquels :

la figure 1 est une coupe transversale d'une partie d'un dispositif suivant cette forme de réalisation associé à une pale d'éolienne;

10 la figure 2 est une vue en coupe longitudinale selon la flèche II de la figure 1, et

la figure 3 est une courbe caractéristique de la puissance de l'éolienne en fonction de la vitesse du vent pour différents pas des pales.

15 Sur les figures 1 et 2, la référence 4 désigne le capot profilé de nez du rotor qui est destiné à protéger le mécanisme du vent et qui est réalisé en matière plastique ou autre matière appropriée. Le moyeu du rotor porte un certain nombre de pales 6 réparties également autour de l'axe du rotor, la réalisation représentée comprenant trois pales 6 dont une seule est indiquée sur les dessins. Le moyeu du rotor comprend également un

20 disque plat 7 auquel est fixée l'extrémité arrière du capot 4 et qui est calé à l'extrémité de l'arbre 8 du rotor.

On décrira ci-après le mécanisme de variation du pas associé à une pale 6 du rotor, étant entendu qu'un mécanisme identique est associé

25 à chacune des autres pales 6.

L'axe longitudinal 9 de la pale 6 représentée est placé, par rapport au centre 10 de la poussée aérodynamique 11 exercée sur la pale 6 (représentée en traits interrompus sur la figure 2) de manière que cette poussée exerce un couple autour de l'axe 9, tendant à augmenter le pas de

30 la pale 6.

Les forces centrifuges agissant sur la pale 6 sont équilibrées par des moyens connus, telles par exemple des masses (non représentées).

La pale 6 est supportée par un arbre 12 coaxial à l'axe 9 de pale et qui traverse le capot 4. Cet arbre 12 est porté par deux roulements 16 à rouleaux, entre lesquels est interposée une entretoise 18. Les roulements 16 sont logés dans un manchon 20 qui est fixé au disque 7 du moyeu par deux pattes de fixation 22 soudées à ce disque 7.

35

A son extrémité, la plus éloignée de la pale 6, l'arbre 12

comporte une partie filetée 24 et une partie terminale intérieure 26 de diamètre réduit. Un écrou annulaire 28 est vissé sur cette partie filetée 24 de façon que les faces terminales des roulements 16 soient appliquées axialement contre l'entretoise 18.

5 Une manivelle 14 est fixée à la partie terminale 26 de diamètre réduit de l'arbre 12, y étant maintenue par une bague d'arrêt fendue 30. La manivelle 14 est calée sur l'arbre 12 de manière à en être solidaire dans sa rotation.

10 Un galet 32 suiveur de came est monté à l'extrémité libre de la manivelle 14, à l'opposé de l'arbre 12. Ce galet 32 peut se déplacer le long d'une fente de came 33 présentant un profil approprié et qui est agencée dans le bras respectif 34 lequel fait saillie vers l'extérieur comme les deux autres sur un plateau annulaire 36. Dans la forme de réalisation représentée, les trois bras 34 sont décalés de 120° et comportent chacun le même
15 profil de came.

La surface de came peut être extérieure, ou encore la fente 33 peut présenter une forme différente de celle représentée. Par exemple, une came peut être fixée au bras 34 de façon amovible, par exemple au moyen de vis. Cet agencement est avantageux du fait qu'il permet de modifier les
20 caractéristiques de transmission du mouvement de la came, il suffit alors de remplacer la came en place par une autre came à profil mieux approprié.

Dans une autre variante, les positions du galet 32 et de la fente 33 de came, sur la manivelle 14 et sur le bras 34 respectivement, peuvent être inversées, c'est-à-dire que le galet 32 est porté par le bras 34 et
25 que la fente 33 ou autre profil de came équivalent est agencé ou porté par la manivelle 14. Par ailleurs, le galet suiveur 32, coopérant avec la came, peut être remplacé par un coulisseau.

Le plateau annulaire 36 coulisse axialement sur un cylindre creux ou manchon 38 coaxial à l'axe du rotor. Une partie terminale de ce cylindre
30 38 est munie d'un filetage extérieur 40 sur lequel est vissée une bague taraudée 42. Le cylindre 38 est fixé au disque 7 du moyeu du rotor. La bague filetée 42 présente une surface externe à épaulement, selon deux diamètres différents, la surface 44 de petit diamètre étant engagée dans une extrémité d'un ressort hélicoïdal 46 de poussée, qui prend appui sur l'épaulement formé de la bague filetée 42, tandis que son autre extrémité prend
35 appui contre un épaulement annulaire 47 formé sur le plateau 36. La poussée exercée par le ressort 46 peut être réglée par déplacement de la bague taraudée 42 sur le filetage 40 du cylindre 38.

Le cylindre 38 présente sur sa surface externe des rainures axiales 48 (au nombre de deux dans le cas considéré) dans lesquelles sont maintenues des clavettes 50 et qui servent à caler le plateau 36 sur le cylindre 38, tout en le laissant en coulissement axial sur le cylindre 38.

5 Un piston 52 coulisse à joint étanche à l'intérieur du cylindre creux 38. Ce piston 52 est traversé d'au moins deux trous 52a de différents diamètres dont chacun est muni d'un clapet, ce piston étant destiné à amortir les vibrations mécaniques de la pale 6 correspondante, autour de son axe 9. Le cylindre 38 et le piston 52 se comportent donc comme un amortisseur. Le piston 52 est relié au plateau 36, depuis un disque 53, par l'intermédiaire de sa tige 60 et au plateau 36 par une tige extérieure 62. Le cylindre 38 présente un fond 64, adjacent au disque 53 et que la tige 60 traverse en s'appuyant sur une portée appropriée. Un chapeau 68 de presse-joints annulaire est vissé sur un boîtier axial fileté 66 du fond 64. Des gorges annulaires sont ménagées dans le fond 64 et dans le chapeau 68 pour recevoir des bagues élastiques 70 d'étanchéité.

10 Le volume intérieur du cylindre creux 38 est rempli d'un fluide qui amortit les déplacements du piston 52 à l'intérieur de ce cylindre. Ce fluide est de préférence de l'air, ce qui supprime la nécessité de compléter périodiquement le remplissage du cylindre 35.

Ce dispositif suivant l'invention est de préférence réalisé pour travailler conformément aux courbes caractéristiques de la figure 3, sur laquelle la vitesse du vent V_0 est indiquée en abscisses et la puissance P développée par l'éolienne en ordonnées.

25 V_{01} représente le seuil de vitesse auquel l'éolienne commence à tourner et V_{02} est la vitesse d'intervention pour laquelle la régulation du pas commence à opérer; entre les vitesses V_{01} et V_{02} l'éolienne fonctionne avec les pales à un pas fixe. Au point 80, c'est-à-dire à la vitesse d'intervention V_{02} , la puissance développée par le moteur croît selon une pente très raide, indiquée par la courbe 82. Pour empêcher la puissance développée de croître rapidement au-delà du point 80, ce qui pourrait entraîner une détérioration du moteur, la puissance est réglée en fonction de la vitesse V_0 au-dessus de la vitesse V_{02} . La régulation peut être réalisée suivant la ligne 84 (puissance constante) ou suivant l'une des courbes 86 et 88, ceci étant laissé au choix du constructeur de l'éolienne. La relation précise entre la puissance développée P et la vitesse du vent V_0 (par exemple la courbe 84, 86 ou 88) dépend premièrement des profils des fentes 33 ou autres profils de cames équivalents, et deuxièmement de la force du

ressort 46 et de la géométrie du mécanisme de transmission de la variation du pas de chaque pale du rotor.

Plus l'axe du profil de la fente de came 33 est incliné radialement vers l'intérieur, par rapport à l'arc de cercle décrit par le centre du galet 32 lorsque le pas de la pale 6 varie (cet arc est indiqué partiellement en traits mixtes sur la figure 2), plus la déformation du ressort 46, pour un pivotement donné de la pale 6 autour de son axe 9, sera grande et plus le couple de réaction exercé par le ressort 46 sur l'arbre 12 sera grand également. La courbe 86 qui correspond à un accroissement de la puissance P concomitant avec l'accroissement de la vitesse du vent V_0 , au-dessus de la vitesse V_{02} , correspond donc à une fente de came 33 présentant une forte pente dans la direction radiale vers l'intérieur.

Pour chacune des pales 6, le rotor comporte un arbre porteur 12 et des roulements correspondants montés sur le disque 7, une manivelle 14, une fente de came 33 ou autre profil de came équivalent, et un bras 34 porté par un plateau 36 et relié à la manivelle 14 de même façon que décrite plus haut. Pour chaque pale est prévue une tige 62 qui relie le plateau annulaire mobile 36 au disque 53 et, par l'intermédiaire de la tige 60, au piston 52 qui est commun à toutes les pales.

On va exposer ci-dessous le fonctionnement du dispositif de régulation du pas suivant l'invention décrit plus haut et représenté sur les dessins.

Lorsque l'éolienne est à l'arrêt, le ressort 46 exerce une pression sur l'épaule annulaire 47 du plateau 36, lequel à son tour, et par l'intermédiaire de la fente de came 33 et du galet 32 engagé dans cette fente, de la manivelle 14 et de l'arbre 12, maintient la pale 6 dans la position d'angle de pas minimal auquel la pale travaille effectivement en orientation fixe aux basses vitesses du vent comprises entre V_{01} et V_{02} (figure 3). Par conséquent, lorsque le rotor est entraîné par un vent de vitesse inférieure à V_{02} , la poussée aérodynamique 11, qui agit sur la pale 6, est insuffisante pour surmonter, par l'intermédiaire de l'arbre 12, de la manivelle 14, du galet 32 de la fente de came 33 et du plateau 36, le rappel exercé sur le plateau 36 par le ressort 46; la pale 6 conserve alors sa position initiale représentée par les figures 1 et 2.

Lorsque la vitesse du vent s'accroît, la poussée aérodynamique, exercée sur la pale 6, croît jusqu'au moment où, lorsque la vitesse du vent atteint V_{02} , la tringlerie de transmission surmonte le rappel initial du ressort 46. La pale 6 pivote alors autour de son axe 9 dans le sens tendant

à l'accroissement du pas, en amenant le plateau 46 à une position d'équilibre qui correspond à un pas déterminé pour chaque vitesse du vent, position dans laquelle la compression du ressort 46 équilibre la force exercée sur le plateau 36 par les pales 6.

- 5 Le déplacement axial du plateau 36 sur le cylindre 38 déplace également le piston 52, lui-même relié à ce plateau par l'intermédiaire des tiges 62, du disque 53 et de la tige 60. Ce déplacement du piston 52 dans le cylindre 38 assure un amortissement des vibrations, lequel est obtenu par laminage du fluide à travers les trous 52a et les clapets de retenue
10 qui obturent les trous de laminage du piston 52. Cette action amortit les vibrations qui seraient engendrées du fait de l'inertie des pales 6 et des mécanismes reliés à ces pales, à chaque variation du pas des pales.

- La position angulaire d'équilibre de pales, c'est-à-dire le pas d'équilibre des pales, correspondant à une valeur donnée de la vitesse du
15 vent, dépend du mécanisme à cames, associé aux pales, et du rappel initial exercé par le ressort 46. On peut facilement interchanger des cames et des ressorts pour donner au dispositif régulateur de pas des caractéristiques déterminées.

- Le dispositif régulateur de pas suivant l'invention peut être
20 utilisé sur différents types d'éoliennes, y compris sur ceux dans lesquels les rotors sont montés sur le côté au vent du pylône porteur et ceux dans lesquels le rotor est monté sur le côté sous le vent du pylône porteur. Pour transformer un rotor monté face au vent en un rotor monté sous le vent, il suffit de faire pivoter la position de petit pas, ou de repos des pales,
25 de 180° autour de l'axe de pas de ces pales.

Bien entendu, diverses modifications et variantes peuvent être apportées aux dispositifs décrits ci-dessus, uniquement à titre d'exemple non limitatif, sans pour cela sortir du cadre de l'invention.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Dispositif régulateur du pas des pales d'un rotor d'éolienne, lesquelles pivotent autour d'un axe longitudinal, pour en changer le pas, ce dispositif étant caractérisé en ce qu'un élément mobile est agencé de
5 manière à se déplacer le long de l'axe du rotor, cet élément comportant un bras pour chaque pale, lequel est accouplé par liaison de came à une manivelle solidaire de la pale correspondante de sorte que ledit élément se déplace axialement en réponse au pivotement de la pale autour de son axe longitudinal, tandis que des moyens élastiques agissent sur cet élé-
10 ment en exerçant un effort axial de rappel résistant à la variation du pas de la pale, résultant de la force du vent exercée sur la pale en fonction-
nement.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque liaison de came est formée par un élément suiveur de came, porté par la
15 manivelle et la came solidaire dudit bras et qui coopère avec cet élément.
3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque liaison de came est formée par un élément suiveur de came porté par ledit bras et la came solidaire de la manivelle.
4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que
20 l'élément suiveur de came comprend un galet.
5. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que l'élément suiveur est un coulisseau.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, ca-
ractérisé en ce que chaque came est formée par une fente dans laquelle
25 l'élément suiveur peut se déplacer.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, ca-
ractérisé en ce que chaque came est formée par un bord ou une surface
externe de la partie portant la came.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, ca-
30 ractérisé en ce que chaque came est formée sur un élément fixé de façon amovible sur l'élément portant la came.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, ca-
ractérisé en ce que l'axe longitudinal de chaque pale est placé, relative-
ment au centre de la poussée aérodynamique exercée sur la pale pendant le
35 fonctionnement de l'éolienne, de sorte que le moment exercé sur la pale par cette poussée, autour de l'axe longitudinal de la pale, s'exerce dans le
sens tendant à accroître le pas de la pale.
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, ca-

ractérisé en ce que ledit élément mobile axialement est associé à un dispositif amortisseur.

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que le dispositif amortisseur comprend un cylindre fixé au rotor et un piston qui y coulisse et présente des passages de laminage, ce piston étant relié audit élément mobile axialement par des liaisons situées à l'extérieur du cylindre.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que ledit élément mobile axialement comprend un plateau qui entoure le cylindre et qui est calé sur ce dernier de manière à être déplaçable en translation longitudinale sur le cylindre, mais bloqué en rotation sur celui-ci.

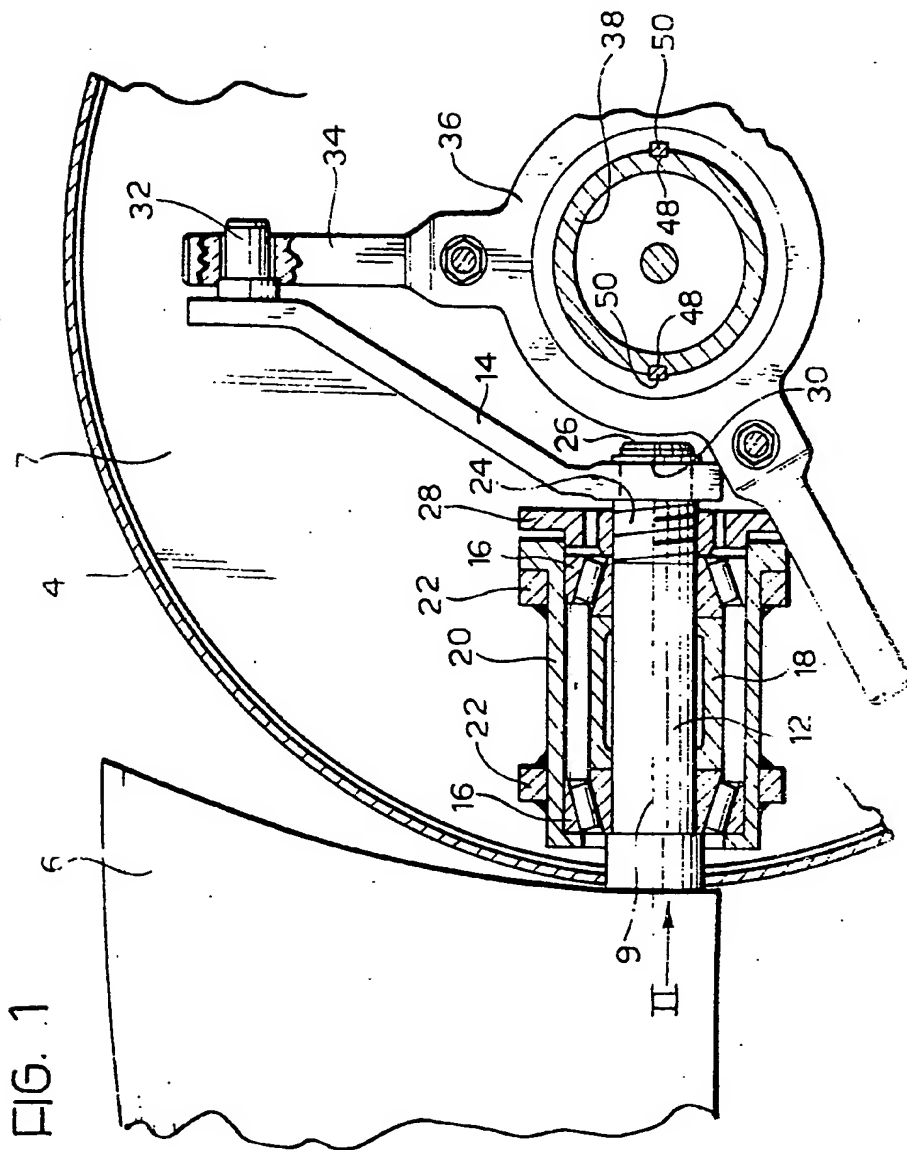


FIG. 2

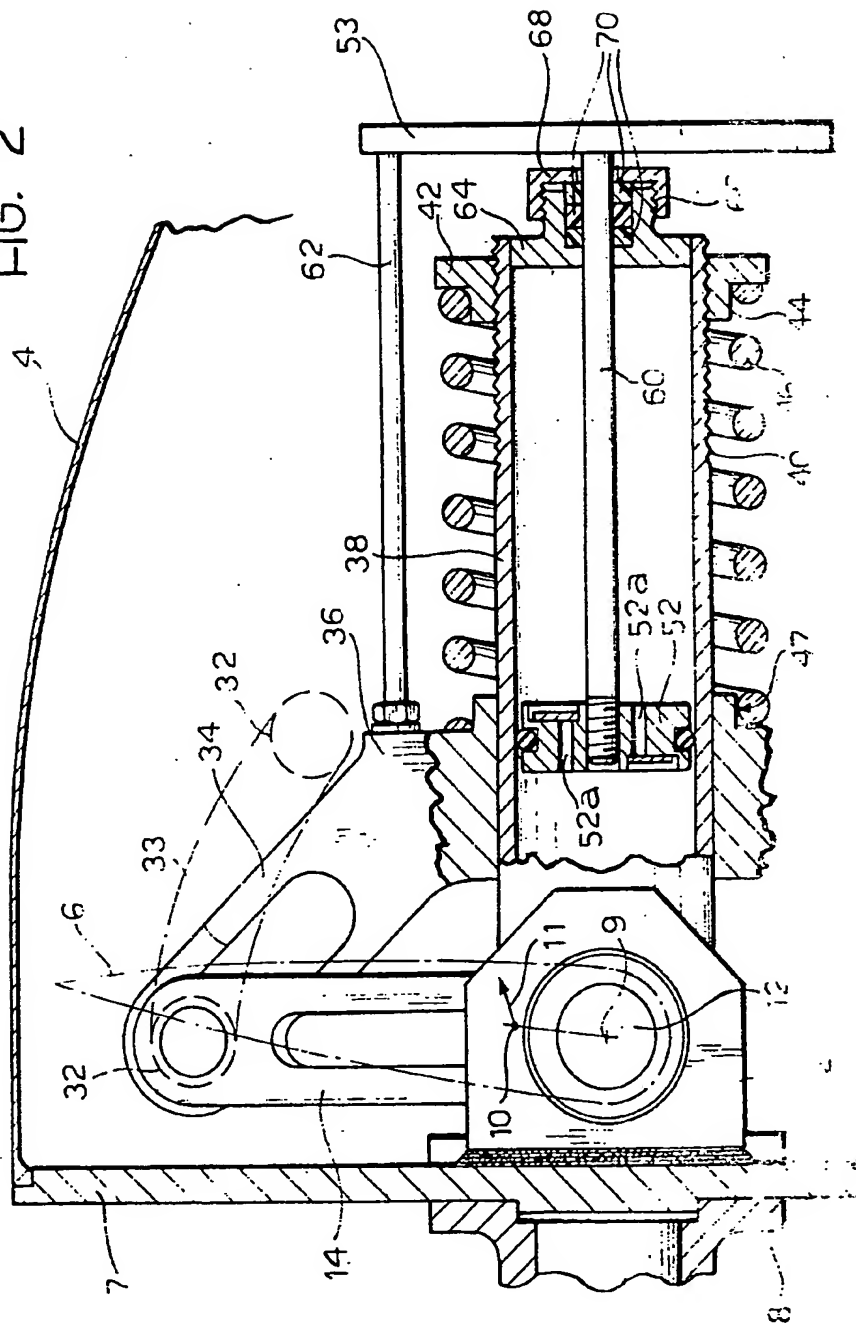
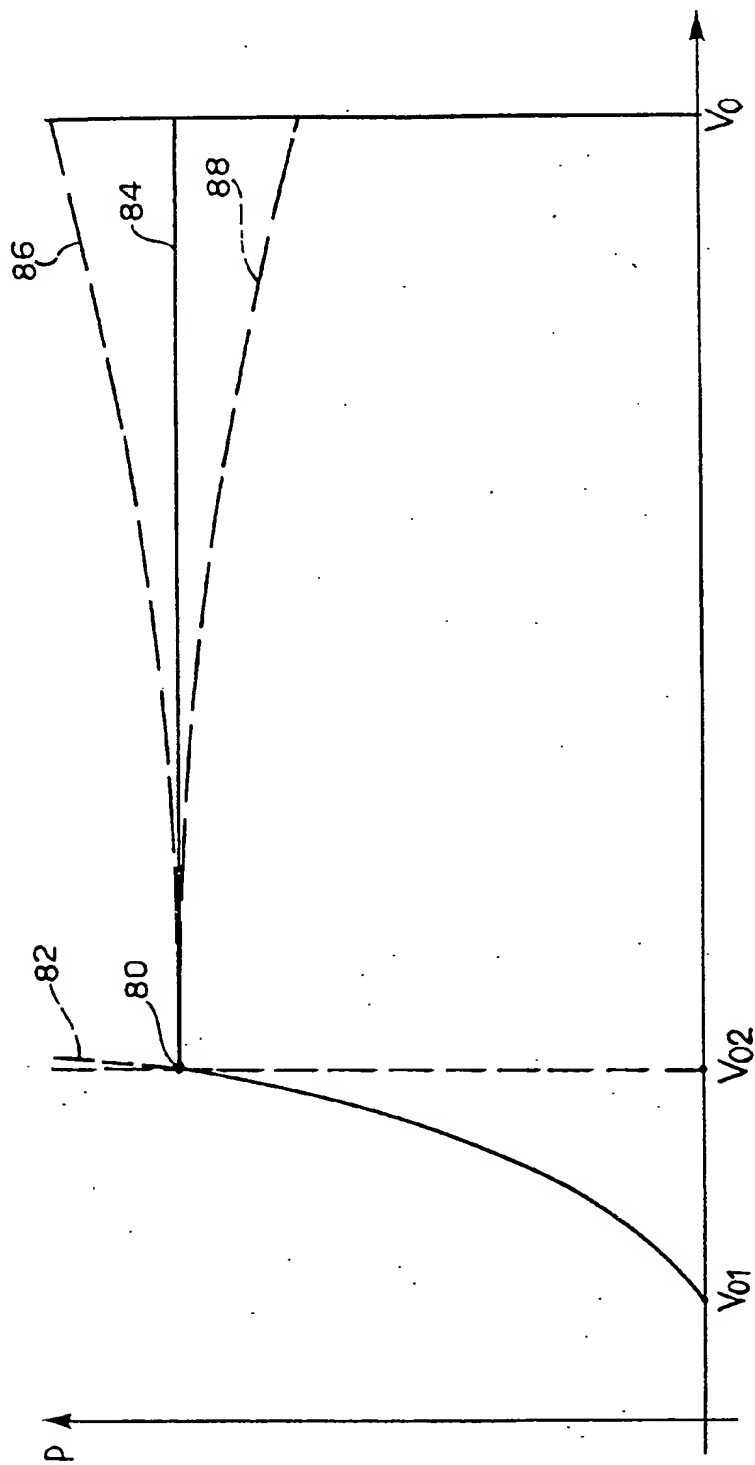


FIG. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.